云 南 植 物 研 究 1992; **14** (4): 413—417
Acta Botanica Yunnanica

我国横断山区滇芎属植物花粉形态分化及演化趋势

王萍莉　　溥发鼎

(中国科学院成都生物研究所，成都 610015)

摘要 本文报道滇芎属 *Physospermopsis* H. Wolff 中全叶滇芎 *P. alepioides*、木里滇芎 *P. muliensis*、丽江滇芎 *P. forrestii*、紫脉滇芎 *P. rubrinervis*、滇芎 *P. delavayi* 5 个种花粉的光学显微镜和扫描电镜研究结果。仔细分析了该属种间花粉形态的明显分化，表明横断山地区是滇芎属植物分化较活跃的区域。综合植物形态、地理分布等相关特征，讨论了滇芎属花粉由原始的菱形型至矩形型的演化趋势。

关键词 横断山；滇芎属；花粉形态；演化趋势

POLLEN MORPHOLOGY DIVERSITY AND EVOLUTION TREND OF THE GENUS PHYSOSPERMOPSIS IN THE HENGDUAN MOUNTAINS OF CHINA

WANG Ping–Li, PU Fa–Ting

(*Chengdu Institute of Biology, Academia Sinica,* Chengdu 610015)

Abstract The genus *Physospermopsis* (Umbelliferae) included about 11 species. Among them *P. hirsutula* (C. B. Clarke) Farille, *P. lalabhduriana* Farille et Malla, *P. bhutanensis* Farille et Malla, and *P. muktinathensis* Farille et Malla are endemic in the Himalayas and with two species i.e. *P. obtusiuscula* (Wall. ex DC.) Norman, *P. rubrinervis* (Franchet) Norman widely distributed in both of the Himalayas and the Hengduan mountains of China. There are five species endemic in SW China, of which four species endemic in the Hengduan Mountains i.e. *P. alepidioides* (H. Wolff et Hand.–Mazz.) Shan, *P. muliensis* Shan et S. L. Liou, *P. cuneata* H. Wolff, *P. forrestii* (Diels) Norman and another species *P. delavayi* (Franchet) H. Wolff from the Hengduan Mountains extends to NE and C. Yunnan of China. This region belong to the Sino–Himalayan area. They grow at high altitudes from 2250m to 4800m and concetrate at altitudes from 2800m to 4000m. Pollen grains of five species were examined by LM and SEM. Pollen morphology of *P. alepidiolides* and *P. muliensis* are rhomboidal type. The basal leaves are entire or pinnate. The bracts and bractlets are entire or 2—3–lobed at apex. We support that they are primitive type in *Physospermopsis*. The pollen grains of *P. rubrinervis* and *P. delavayi* are mainly rectangular type. The basal leaves 2–pinnate. The bracts are pinnate

1990 年 10 月收稿，1992 年 1 月定稿。

and the bractlets trilobed at apex. These characteristics support the suggestion that they are advanced taxon in this genus. *P. forrestii* is mainly rhomboidal and rarely rectangular type. The basal leaves are 1—2–pinnate. The bracts and bractlets share incised–dentata. This species appear to be intermediat between above two taxa.

Key words Hengduan Mountains; *Physospermopsis;* Pollen morphology; Evolution trend

滇芎属 *Physospermopsis* H. Wolff 为伞形科 Umbelliferae 芹亚科 Apioiaeae 美味芹族 Smyrnieae 中1个自然类群[1]。该族我国产17属，其中特有和半特有属9个[2]。它们中有原始的古老属、有进化的属以及中间类型的属，滇芎属为较原始的属之一。该属约11种，其中有7种集中分布于我国横断山区。波棱滇芎 *P. obtusiuscula* (Wall ex DC) Norman 和紫脉滇芎 *P. rubrinervis* (Franchet) Norman 为横断山区与喜马拉雅山区的共有种；滇芎 *P. delavayi* (Franchet) H. Wolff 自横断山区延伸至云南中部和东北部，这是该属分布的东界；其余4种为横断山区特有即：全叶滇芎 *P. alepioides* (H. Wolff et Hand.–Mazz.) Shan、木里滇芎 *P. muliensis* Shan et S. L. Liou、楔叶滇芎 *P. cuneata* H. Wolff、丽江滇芎 *P. forrestii* (Diels) Norman。该属在喜马拉雅和横断山区的垂直分布幅为2250—4800m，多数集中分布于海拔2800—4000m地带[4–9]。

滇芎属花粉形态仅散见于席以珍等[10]，文中只报道滇芎1种。本文中报道的该种与前者的凭证标本不同，结果亦不尽一致，其余4种均属首次报道。

材料和方法

本属花粉材料有4种采自野外，丽江滇芎花粉取自本所蜡叶标本。凭证标本存于本所标本室，凭证材料保存于本实验室。

有4种花粉材料采用 Erdtman 醋酸酐分解法，扫描电镜材料处理详见文献[11]。丽江滇芎 *P. forrestii* 因材料少，直接用 Wodehouse 整体封片法，即时测量和照相。

结果与讨论

1. 滇芎属花粉形态特征

花粉立体形状为三棱球形，赤道面观菱形、近菱形、近矩形，极面观三角形或3裂圆形；沟细、深裂、长或较长，沟端尖细或略开放或宽度一致，沟在赤道区向外伸展构成菱形，内孔有大有小、形状不一，有时在与赤道垂直的位置收缩而两端较宽，内孔口径较小，偶见孔膜，孔缘通常在与赤道平行的方向呈半月形加厚并与沟一道向外突出；外壁两层，厚度1.7—2.3μm，外壁外层与外壁内层约等厚或在极区外壁外层略厚于外壁内层，基柱不明显；表面纹饰在光镜下为网状或粗网状，扫描电镜下为穴状或皱波状纹饰（表1）。

滇芎属花粉萌发孔类型、外壁、纹饰及大小表现在种间均无显著差异，这些花粉形态上的相对一致性反映了该类群的自然性。

2. 属下等级花粉形态的细微分化

通过对5个种的光镜及4个种的扫描电镜比较分析，它们不属典型的原始菱形花粉

表 1. 5 种滇芎属植物的花粉形态

Table 1. Pollen morphology of 5 species in *Physospermopsis*

种 名	编号	花粉大小(μm)	P / E	花粉类型	萌发孔		外壁特征			凭证标本及分布	图版
					外沟	内孔	层次厚度(μm)	光镜下纹饰	扫描电镜下纹饰		
全叶滇芎 *P. alepidioides*	267	27.8(25.2–29.4)×18.9 (16.8–21)	1.41	菱形型	沟长，在赤道区外展，突出	角孔，近矩形	2 层约等厚 1.9	明显网状	孔缘、沟缘浅穴状，沟间区明显皱波状	杨亚滨等 400(CDBI)，木里,alt.2250m；盐源	Ⅰ:1–8
木里滇芎 *P. muliensis*	268	35.7(31.5–35.7)×23.1 (21–25.2)	1.50	菱形型	沟较长并在赤道区向外伸展突出	角孔，近方形	2 层，极区外层略厚于内层 2.1–2.2	同上	孔缘近光滑，沟缘极区浅穴状，沟间区明显穴状或脑皱	溥发鼎等 925(CDBI)，丽江；木里，乡城	Ⅰ:9–10, 17–22
丽江滇芎 *P. forrestii*	286	23.1(21–25.2)×14.7 (12.6–21)	1.1–1.6	近菱形型 近矩形型	沟长，在赤道区外展，突出	角孔，近矩形或圆形	2 层约相等 1.7	粗网状		钟补求 5988(CDBI)，西康；云南玉龙山	Ⅰ:11–16 Ⅱ:11–19
紫脉滇芎 *P. rubrinervis*	265	27.3(25.2–29.4)×16.8 (16.8–18.9)	1.56	矩形型	沟长，在赤道区外展	角或边孔，小近圆	2 层，外＞内 1.8	网状	孔、沟缘、沟界极区近光滑，沟间区穴状纹饰	溥发鼎等 987(CDBI)，木里,alt.3650m；耳原，昭宽，布拖	Ⅱ:1–10
滇芎 *P. delavayi*	266	29.4(25.2–29.4)×16.8 (14.7–18.9)	1.74	矩形型	沟长达极区外壁内层	边孔(一角孔)，圆或椭圆	同上	不明显网状	穴状和网状纹饰	赵清盛 8121(CDBI)，木里,alt.3900m	Ⅱ:20–29

而显示了由菱形类型向矩形类型的分化。5个种又并非同步的分化且表现出一定的差异。

全叶滇芎和木里滇芎（图版Ⅰ:1—8, 9—10, 17—22）该2种花粉很相似，赤道区明显向外突出，赤道面观呈菱形，两极区较圆或略尖；极轴与赤道轴之比值（P／E值）前者1.41，后者1.50；极面观钝三角形，极光切面观时孔在三角形的角上（角孔），孔大、方形或矩形或圆形，极表面观时由于沟深裂而呈明显的3裂圆形(图版Ⅰ:9—10)；外壁2层约等厚；光镜下表面具明显网状纹饰，扫描观察时孔缘、沟缘近光滑或浅穴状，沟间区皱波状或皱块状纹饰。根据花粉粒赤道孔区明显外突、萌发孔为角孔、大、方形，P／E值小于1.5，均属菱形花粉类型特征。此类型花粉在伞形科中为原始的花粉类型[10]。同种不同花粉粒的赤道轴变短而极轴加长，两极区由较尖到圆或平变化；孔由大、方形到小、矩圆形变化；极表面观时可见明显的3裂圆形，孔沟便不在角上而在边上，表明花粉形态已逐渐分化，只仍然保留了原始类型的特征。从全叶滇芎的地理分布和形态特征，它处于该属分布的下限，生长于海拔2250—3300m的范围；叶片全缘，总苞片、小总苞片不分裂，稀顶端2—3浅裂[1]，这些原始的特征更表明该2种应为本属中较原始的种。

紫脉滇芎和滇芎（图版Ⅱ:1—10; 20—29）这二种花粉粒赤道面观矩形，极轴与赤道轴之比（P／E值）前者1.56，后者1.74，均大于1.5；沟较长，深裂，赤道两侧近平行或微向外突，具角孔、边孔、或边与角不分明，内孔小、圆形或横长，孔缘常外突并增厚；外壁外层略厚于外壁内层；光镜下表面为网状纹饰或模糊网状。扫描观察为穴状或网状纹饰。显然这二种花粉有更显著的分化，矩形类型特征已占优势，同一片中能观察到矩形花粉由菱形花粉赤道轴缩短而来，花粉形态已显示了较菱形型进化的矩形型花粉特征，但赤道区仍向外伸展，仍可见到角萌发孔，并不全属矩形型花粉。从它们的叶片1—2回羽状分裂；总苞片和小总苞片具缺刻状齿裂或羽状分裂，显然较横断山区分布的全叶滇芎、木里滇芎、丽江滇芎进化。

丽江滇芎（图版Ⅰ:11—16; Ⅱ:11—19）从图版Ⅰ和Ⅱ比较中清楚看到丽江滇芎表现了花粉粒大小悬殊及P／E值较大的差异。图版Ⅰ花粉粒较大，极轴短、赤道轴长，P／E＝1.1；角孔、方形、孔区向外突，相似于具菱形花粉的全叶滇芎，图版Ⅱ花粉粒较小，极轴短，赤道轴相对也短，P／E＝1.4—1.6，角孔不明显，孔小不呈方形，与紫脉滇芎和滇芎的矩形型花粉相近。

滇芎属分布于横断山的种数量多，拥有原始的类群和进化类群，上述几个种的花粉形态揭示：横断山区是滇芎属的分布中心和分化中心。花粉形态演化的方向是，体积由相对较大—→小；萌发孔位置由角上（角孔）—→边角不分明—→边上（边孔)；内孔大小和形状由大、方形—→小、圆形或横长。

属内几个种的演化趋势是由全叶滇芎和木里滇芎这些原始的类群，通过丽江滇芎类演化到紫脉滇芎和滇芎等较进化的类群。

滇芎属的总苞片和小总苞片通常较发达，有的果棱突起。这些特征与分布于地中海地区和喜马拉雅的棱子芹属 *Pleurospermum* Hoffman 相似。现代植物花粉形态与粗茎棱子芹 *P. crassicaule* Wolff、棱子芹 *P. camtschaticum* Franch. 及松潘棱子芹 *P.*

franchetianum Hemsl 等的菱形花粉相似[10]。化石花粉 *Pleurosermum austriacum* 与类似滇芎属的 *Physospermum acteaefolium* 种化石花粉也极相似[12]。据地理分布和形态分析，滇芎属可能是由棱子芹属演生而来，为古地中海区起源，随着喜马拉雅和古地中海的持续上升而分化形成的新生类群。

参考文献

〔1〕单人骅，余孟兰主编. 中国植物志第55卷1分册. 北京：科学出版社，1979：79—105

〔2〕余孟兰，舒璞. 中国伞形科特有属的区系分析. 南京中心植物园研究论文集 1987：14—22

〔3〕吴征镒主编. 西藏植物志第三卷. 北京：科学出版社，1986：416

〔4〕Farille M A. Apiaceae himalayenses Ⅲ. *Candollae* 1985; **40:**512—520

〔5〕Wolff H. Umbelliferae Asiaticae novae relictae Ⅶ. *Feddes Repert* 1929; **27:**126—127

〔6〕Hiroe M. Umbelliferae of world. Tokyo, 1979; 1:739—747

〔7〕Franchet M A. Notes Sur Quelques Umbelliferes du Yunnan. *Bull Soc Philom Paris* 1984; **8**(6):112, 115

〔8〕Hara H, Williams L H J. An enumeration of the flowering plants of Nepal, Umbelliferae by J F M. Cannon, *British Mus* 1979; **2:**181—190

〔9〕Mukherjee P K. A resume of Indian Umbellifers. Act and Symp. Intern. Umbell. London: Academic Press, 1977:59

〔10〕席以珍，孙湘君. 中国伞形科花粉形态及其早期演化. 植物学集刊 1983; (1):58—69

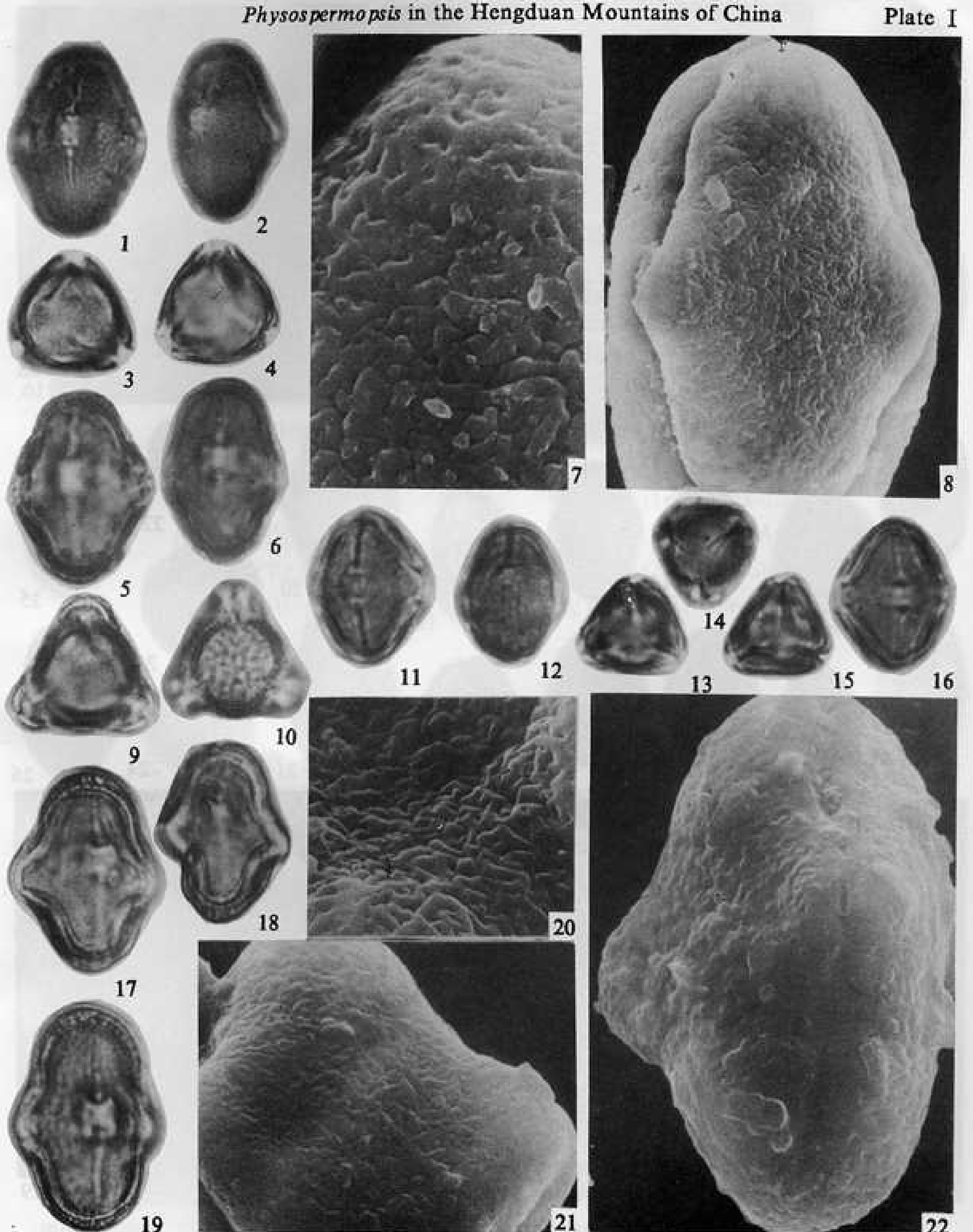
〔11〕王萍莉，溥发鼎，马建生. 中国藁本属花粉形态及其系统学意义. 植物分类学报 1991; **29**(3): 236

〔12〕Gruas–Cavagnetto C, Cerceau–Larrival M.–Th. Contribution of fossil Umbelliferous pollen to the paleoecological and paleoclimatogical knowledge of the Franch Eocene. Rev. Palaeobot. Palynol, Netherlands: Elsevier Science Publ. 1984; 342

图版说明　Explanation of plates

Plate Ⅰ. 1 — 8, *Phsospermopsis alepidioides;* 9 — 10, 17 — 22, *P. muliensis* 11 — 16, *P. forrestii.* (7, × 10000; 8, × 3500; 20, × 8000; 21,22, × 4000　其余 × 1000)

Plate Ⅱ. 1 — 10, *Physospermopsis rubrinervis;* 11 — 19, *P. forrestii;* 20 — 29, *P. delavayi.* (8, × 5000; 9,28, × 10000; 10,29, × 4000; 27, × 3500　其余 × 1000)



See explanation at the end of text



See explanation at the end of text